

青香蕉粉戚风蛋糕的研究

傅释仪, 王维民*, 谌素华, 邓连求
(广东海洋大学食品科技学院, 湛江 524088)

摘要: 将打浆后3级绿黄偏绿香蕉(Loeseck分级法), 通过冷冻干燥制成青香蕉粉末, 以青香蕉粉添加量为单因素, 通过单因素试验分析不同比例青香蕉粉替代低筋面粉的添加量对于蛋糕质构、色度值、灰分、比容的影响, 综合分析后确定27%的青香蕉粉替代低筋面粉为蛋糕最佳单因素; 以青香蕉粉、低筋粉、鸡蛋、糖的添加量进行4因素3水平正交试验; 由感官评价、水分、质构等指标分析青香蕉粉蛋糕的最佳配方, 并研究最佳烘焙温度和焙烤时间。结果表明: 青香蕉粉蛋糕的最佳配方为鸡蛋200 g、青香蕉粉15 g、低筋粉40 g、白砂糖35 g, 其中鸡蛋及青香蕉粉添加量是影响蛋糕感官品质最重要的因素; 最佳烘焙温度为160 ℃, 焙烤时间为18 min。

关键词: 冻干青香蕉粉; 戚风蛋糕; 工艺; 最佳配方

中图分类号: TS 213.23

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2019)01-0217-06

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2019.01.037

Development of chiffon cake made with freeze-dried green banana powder

FU Shiyi, WANG Weimin*, CHEN Suhua, DENG Lianqiu

(College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088)

Abstract: The green and yellow green bananas (Loeseck classification method) at the third level after pulping were made into green banana powder by freezing and drying. The amount of green banana powder added was a single factor. The effects of different proportion of green banana powder on cake texture, chroma value, ash content and specific capacity were analyzed by single factor test. Four factors and three horizontal orthogonal experiments were carried out with the addition of green banana powder, low-gluten powder, egg and sugar. The best recipe of green banana cake was analyzed by sensory evaluation, moisture, texture, etc. The optimal baking temperature and baking time were studied. The results showed that the best formula of green banana powder cake was egg 200 g, green banana powder 15 g, low gluten powder 40 g, white granulated sugar 35 g, and the amount of egg and green banana powder was the most important factor affecting the sensory quality of the cake. The best baking temperature is 160 ℃, and the baking time is 18 minutes.

Key words: freeze-dried green banana powder; chiffon cake; technical process; optimum formula

香蕉(*Musa nana* Lour)为芭蕉科芭蕉属植物, 在我国广东、广西、福建地区品种繁多、资源丰

收稿日期: 2018-07-17

*通信作者

基金项目: 广东省2015年研究生教育创新项目(粤教函[2016]1号); 广东省2014年研究生教育创新项目(粤教函[2015]2号); 广东海洋大学新强校项目(GDOU2015050223)。

作者简介: 傅释仪(1994—), 女, 广东茂名, 硕士研究生, 研究方向为食品加工及贮藏。

富。香蕉含有丰富的多糖、多酚、类胡萝卜素、儿茶酚及维生素等活性成分及营养物质,具有抗溃疡、降血糖、抗肿瘤、抗氧化、调节免疫等作用^[1]。研究发现,香蕉的生理功效主要与其含有的抗性淀粉密切相关^[2],而由3级绿黄偏绿香蕉制得的青香蕉粉中含有高达50%以上的抗性淀粉^[3-5](Resistant starch,简称RS)。香蕉果实发育过程中抗性淀粉呈上升趋势,后熟过程中淀粉含量将会下降^[6],相同成熟度的各种蕉中,粉蕉抗性淀粉含量最高^[7]。青香蕉粉内含大量抗性淀粉,作为营养功能成分应用于面条、面包和饼干^[8]的制作中,是保健食品的理想素材,具有广泛的开发利用前景。

戚风蛋糕^[9]质地柔软、富有弹性、组织细腻多孔易消化深受消费者喜爱。但随着人们生活水平的提高,消费者早已不局限于追求口感口味,更多地转向于对健康、营养的追求,在蛋糕中添加功能性成分,已成为蛋糕市场的创新主流。本试验以经冷冻干燥^[10-11]制得的青香蕉粉作为原料,与传统戚风蛋糕制作工艺相结合,制备出色泽诱人、富有香蕉清香、风味上佳且营养物质丰富的蛋糕。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

青香蕉:高州香蕉果园;低筋面粉、鲜鸡蛋、玉米油、伊利纯碘化钾牛乳、白砂糖、柠檬、香蕉香精、泡打粉:市售;苯酚、硼酸、碘化钾、碘、硫酸钾、无水硫酸铜、氢氧化钠、无水乙醇、变色硅胶、盐酸、石油醚、三氯化铁:广东光华科技股份有限公司;无水碳酸钠、硫酸钾:广州化学试剂厂;葡萄糖:西陇化工股份有限公司;试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

UX420H电子天平、ATY1124电子分析天平:日本岛津公司;LVCI-6613打蛋器:珠海绿磁科技有限公司;JYL-C010多功能料理机:九阳股份有限公司;SZF-06A索氏抽提器:上海洪纪仪器设备有限公司;UV-5100紫外可见分光光度计、HH-S4数显恒温水浴锅:上海分析仪器有限公司;KQ-500DB数控超声清洗设备:昆山市超声仪器有限公司;FYL-YS-13恒温箱:北京福意联医疗设备有限公司;TMS-PRO质构仪:美国FTC

公司;BCD-25VBCY海尔冰箱:青岛海尔股份有限公司;Forma超低温冰箱:美国Thermo公司;自动定氮仪:美国Minipore公司;MG38CB-AR烤箱:美的集团公司;3-550PD马弗炉:美国Neytech公司。

1.3 试验方法

1.3.1 青香蕉粉制作工艺流程 3级绿黄偏绿香蕉(Loeseck分级法^[12])→料理机打浆→低温冷冻(-20℃,24 h)→超低温冷冻(-80℃,24 h)→真空冷冻干燥(48 h~72 h)→料理机粉碎(2~3)次→过80目筛→青香蕉粉。

1.3.2 青香蕉粉戚风蛋糕制作工艺流程 蛋黄、白砂糖(搅打)→玉米油、牛乳(混匀,无油水分离)→过筛后的青香蕉粉、低筋粉(Z字混合)→蛋清、白砂糖(先低速再高速打发)→蛋黄糊、蛋白霜(翻拌均匀)→烤箱预热→入盘→烘烤→冷却→出盘→成品(圆形约300 g)。

1.3.3 单因素试验 结合预试验与相关研究,对于鸡蛋、白砂糖、低筋粉等各成分的添加量对蛋糕成品质量的影响均可找到参考^[13-14],所以鸡蛋固定用量为150 g、糖为35 g、植物油为30 g、牛乳35 g。只考虑青香蕉粉替代低筋粉的添加量,进行青香蕉粉替代低筋粉0%~45%比例的单因素试验。将青香蕉粉以0%、9%、18%、27%、36%、45%比例替代低筋粉的添加量加入到戚风蛋糕中^[15],进行感官评价并测质构等指标的变化。

1.3.4 不同烘焙时间对蛋糕感官性能的影响 分别

表1 青香蕉粉戚风蛋糕感官评价标准

性质	感官标准	评分标准/分
色泽	表面金黄色富有光泽,上色均匀,无焦糊	15~20
	表面色泽均匀,上色较深或较浅	10~15
	色泽不均,发暗或发黑	1~10
组织	孔泡细密均匀,孔壁薄	15~20
	孔泡基本均匀,孔壁较厚	10~15
	孔泡较粗且不均匀,孔壁厚	1~10
外形	正常隆起,开裂少	15~20
	平坦有微收缩变形,开裂小	10~15
	有凹或收缩变形大,开裂大	1~10
口感	整体起发均匀,富有弹性且绵软,无干硬感	15~20
	整体起发均匀,绵软但有坚韧感	10~15
	整体起发不均,明显坚实感和松散感	1~10
风味	香蕉味清香与蛋香融合自然	15~20
	香味一般,风味自然	10~15
	香味较淡,风味一般	1~10

在150、160、170、180 ℃的温度下进行焙烤，焙烤18 min。进行感官评价。

选出最佳的焙烤温度，再分别焙烤16、18、20、22 min^[15]。进行感官评价。

1.3.5 感官评定^[16] 选取10位相对有经验的感官评价人员对蛋糕感官性能进行评定。

1.3.6 质构的测定 采用TMS-PRO质构仪测定蛋糕的质构。

1.3.7 色差的测定 采用HLP-3色差仪测定蛋糕的色差。

1.3.8 比容的测定 采用填充法对蛋糕比容进行测定^[17]。比容计算公式为：

$$\text{比容}(\text{mL/g}) = \text{体积}(\text{mL}) / \text{质量}(\text{g})$$

1.3.9 理化指标与微生物指标测定 参考GB 5009.4—2016食品安全国家标准 食品中灰分的测定方法测定总灰分。

参考GB 5009.3—2010食品安全国家标准 食品中水分的测定方法测定水分含量。

参考GB/T 9695.31—2008食品安全国家标准 食品肉制品总糖含量测定方法测定总糖含量。

参考GB 5009.5—2016食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定方法测定蛋白质含量。

参考GB 5009.6—2016食品安全国家标准 食品中脂肪的测定方法测定脂肪含量。

参考3M Petrifilm™菌落总数测试片法^[18]测定细菌总数。

参考3M Petrifilm™大肠菌群测试片法^[19]测定大肠杆菌总数。

2 结果与分析

2.1 青香蕉粉替代低筋粉比例的试验结果

2.1.1 对戚风蛋糕感官品质的影响 由表2可知，随着青香蕉粉添加量的增加，戚风蛋糕的感官评分先下降后上升再下降，当青香蕉粉替代低筋粉

比例低于27%，香蕉粉的加入可带入香蕉清香，提高蛋糕风味；当替代比例高于27%时，青香蕉味盖过蛋糕蛋香，风味不够和谐自然，蛋糕胚颜色向黄褐色转变严重，影响色泽，同时蛋糕组织结构变得粗糙。

2.1.2 对戚风蛋糕质构的影响 由表3可知，随着青香蕉粉替代低筋粉比例的增加，硬度和咀嚼性都有一定程度的上升，弹性、内聚性、胶黏性、黏附性等变化不大。蛋糕的硬度是评判蛋糕品质，显示蛋糕老化程度的一个重要指标，当青香蕉粉添加量为0%~27%时蛋糕硬度变化不大，超过27%后有一定程度的上升，咀嚼性也呈相应趋势上升。主要是因为青香蕉粉中缺少面筋蛋白，难形成面筋网络，在烘焙过程中不易膨胀，因此当青香蕉粉添加量过多时，制得的蛋糕会比较厚实，硬度较大。

表3 青香蕉粉添加量对蛋糕质构的影响

青香蕉粉 添加量/%	硬度/N	弹性/ mm	咀嚼性/ mJ	内聚性/ Ratio	胶黏性/ N	黏附 性/mJ
0	3.6	5.67	21.63	0.79	3.6	0.34
9	3.5	5.71	19.38	0.71	3.1	0.31
18	3.4	5.66	21.61	0.73	2.9	0.42
27	3.9	5.89	22.53	0.69	3.4	0.45
36	4.5	6.23	26.27	0.74	3.8	0.39
45	5.3	5.94	25.31	0.72	4.1	0.43

2.1.3 对戚风蛋糕色度值的影响 由表4可知，随着青香蕉粉替代低筋粉比例的增加，蛋糕的表皮色度各项指标都有不同程度的下降，且都明显小于空白对照组。L值降低表明蛋糕光泽由亮变暗，a值和b值的下降代表红色与黄色指数下降即蛋糕向褐色转变。分析可得随着青香蕉粉替代比例的增加，蛋糕芯的色泽会向暗褐色转变。主要是青香蕉粉本身色泽相较于一般米白色低筋粉偏黄褐

表2 青香蕉粉添加量对蛋糕感官品质的影响

感官评定 标准	青香蕉粉添加量/%					
	0	9	18	27	36	45
色泽	15	15	16	16	14	14
组织	17	16	16	17	14	13
外形	16	17	15	17	16	15
口感	18	17	17	18	13	13
风味	17	16	17	18	14	14
评分	83	81	81	86	71	69

表4 青香蕉粉添加量对蛋糕色度值的影响

青香蕉粉 添加量/%	L	a	b
0	63.66	7.51	25.32
9	54.47	7.12	22.27
18	44.56	6.46	21.50
27	38.46	6.19	17.12
36	35.46	5.84	15.67
45	31.73	5.17	13.56

色,会显著影响蛋糕芯色泽。

2.1.4 对戚风蛋糕灰分含量的影响 由图1可知,普通蛋糕中灰分含量非常低仅为0.75%,随着青香蕉粉替代比例的增大,蛋糕中灰分含量呈相应的上升。灰分是标示食品中无机成分总量的一项指标,一般面粉而言加工精度越高,灰分含量越低,而青香蕉粉的加入可以提高蛋糕的灰分含量,增加钾、钠、镁、硫、磷、硅盐类的含量。但在其营养价值改变的同时,灰分对蛋糕的感官与品质也产生了影响,即灰分含量越高面包的色泽与等级越差。

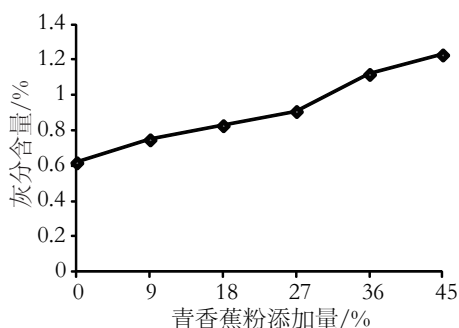


图1 青香蕉粉添加量对戚风蛋糕灰分的影响

2.1.5 对戚风蛋糕比容的影响 由图2所知,添加不同量的青香蕉粉显著影响蛋糕比容,蛋糕的比容随着青香蕉粉的增加先增大后减少,当添加量为9%时,比容最大,但与对照组比较变化不大;当添加量高于27%时,比容成呈明显下降趋势,可能是由于青香蕉粉对面筋的稀释作用大,降低了面团的持气性。

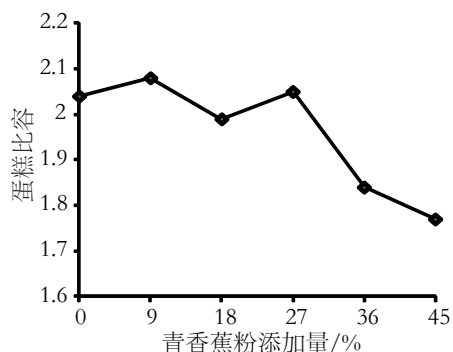


图2 青香蕉粉添加量对戚风蛋糕比容的影响

综合上述各项结果分析,添加27%青香蕉粉可在增加蛋糕蛋白质和灰分含量的前提下,对蛋糕的色度、质构和比容产生的不良影响控制到最低范围,即可使蛋糕既呈现良好的风味形态又富

有营养,所以单因素试验中以添加27%青香蕉粉替代低筋粉(以15 g计)为佳。

2.2 正交试验分析

在单因素试验基础上,选择青香蕉粉、低筋粉、白砂糖、鸡蛋4个主要原料添加量进行4因素3水平^[17]的正交试验,以感官评价、水分含量和总糖含量作为衡量标准,确定青香蕉粉戚风蛋糕的最佳配方。

表5 试验设计因素水平表

水平	因素			
	低筋粉添加量/g A	鸡蛋/g B	青香蕉粉/g C	糖添加量/g D
1	45	160	10	30
2	40	180	15	35
3	35	200	20	40

表6 青香蕉粉戚风蛋糕正交试验表

试验号	因素				感官评分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	80
2	1	2	2	2	83
3	1	3	3	3	84
4	2	1	3	2	81
5	2	2	1	3	79
6	2	3	2	1	90
7	3	1	2	3	85
8	3	2	3	1	78
9	3	3	1	2	82
K ₁	247	246	241	248	
K ₂	250	240	258	246	
K ₃	245	256	243	248	
k ₁	82.3	82.0	80.3	82.7	
k ₂	83.3	80.0	86.0	82.0	
k ₃	81.7	85.3	81.0	82.7	
极差R	1.6	5.3	5.7	0.7	

由表6可知 $R_c > R_b > R_a > R_d$,即对蛋糕感官品质影响最大的是青香蕉粉,其次是鸡蛋,再次是低筋粉,糖的用量影响最小。感官评分中,组合 $A_2B_3C_2D_1$ 为最优组合,即低筋粉40 g、鸡蛋200 g、青香蕉粉15 g、糖30 g。

2.2.1 正交试验样品的水分、质构测定分析 由表7可知,青香蕉粉戚风蛋糕的水分含量一般在29%~35%之间,为了提高产品的商业价值,故

在保证产品质量的情况下,水分含量低相对保质期长的为佳;质构测定结果中,当青香蕉粉替代低筋粉比例增大,硬度也随之有一定的上升,与前面所进行的单因素试验(青香蕉粉替代低筋粉比例对蛋糕质构的影响)结果一致。原因是蛋糕的网状结构由小麦粉中的面筋蛋白形成,香蕉粉若是添加过量,会影响其特有结构,造成口感质量的明显下降。

表7 正交试验样品水分/质构测定分析

试验号	水分含量/%	质构分析		
		硬度/N	弹性/mm	咀嚼性/mJ
1	34.02	3.9	5.62	21.32
2	35.02	4.5	5.85	22.13
3	33.73	4.7	6.10	25.46
4	30.79	4.5	5.98	24.37
5	32.44	4.1	5.56	23.82
6	31.21	3.6	5.64	21.48
7	29.23	3.7	5.61	22.15
8	30.06	4.7	5.96	24.26
9	31.12	4.3	5.53	22.32

综合上述试验分析,试验号为6的配方制得的样品感官评分最高,最符合人们喜爱口味。试验号为4~9的配方制得的蛋糕样品水分含量相对偏低利于储存。而质构测定中试验号为1、6、7的配方制得的样品硬度相对较低,弹性适宜。其次,为了增加蛋糕的营养价值,让青香蕉粉中抗性淀粉的保健功能更为突出,应保证一定的添加量。故综合考虑青香蕉粉戚风蛋糕的最佳配方为低筋粉40 g、青香蕉粉15 g、鸡蛋200 g、糖30 g,其他辅料与基本配方相同。

2.2.2 不同烘焙温度对蛋糕的感官性能的影响 如图3所示,160℃至170℃温度下的青香蕉粉戚风蛋糕感官评分最高。烘焙温度过低,烤制出来的

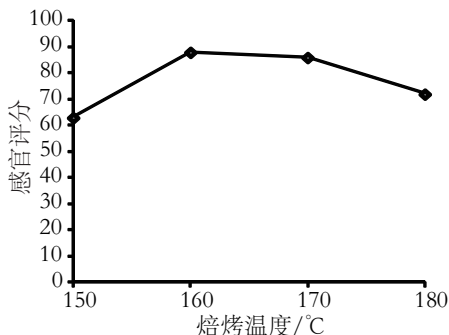


图3 不同烘焙温度的感官评分

蛋糕起发不足或是产生较严重的回缩,原因是蛋糕糊放入烤箱后因温度不够高导致无法迅速定形,引起塌陷;烘焙温度超过170℃,蛋糕普遍中间突起开裂严重,尤其在180℃温度下焙烤时,出现外表面烤焦,蛋糕芯未熟透的现象,影响外观及口感。

2.2.3 不同烘焙时间对蛋糕的感官性能的影响 如图4所示,焙烤时间为18 min的青香蕉粉戚风蛋糕感官评分最高。焙烤时间过短,烤制出来的蛋糕表面上色不足,部分存在蛋糕芯未熟的情况;焙烤时间过长,蛋糕质地偏硬发干,原因是焙烤时间过长,蛋糕水分散失过多。

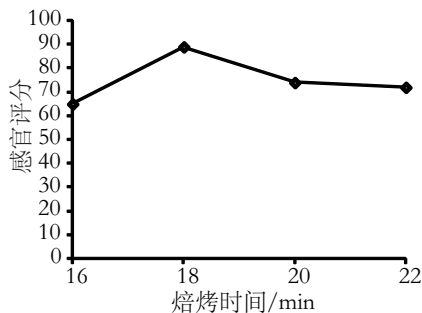


图4 不同烘焙时间的感官评分

综合分析确定焙烤青香蕉粉戚风蛋糕的最佳工艺为焙烤温度160℃、焙烤时间18 min,此条件下制得的蛋糕口感最佳。

2.3 理化指标和卫生指标

表8 青香蕉粉戚风蛋糕的理化指标

水分	灰分	蛋白质	脂肪	总糖
31.21%	0.96%	6.27%	14.46%	5.70%

表9 青香蕉粉戚风蛋糕的卫生指标

指标	菌落总数/(cfu/g)	大肠菌群/(MPN/100 g)
国家标准	≤1500	≤30
实际检测值	1300	0

根据GB/T 31059—2014裱花蛋糕、GB 7099—2003糕点、面包卫生标准和GB 8957—2016食品安全国家标准中糕点、面包卫生规范的要求,蛋糕水分≤65%,蛋白质≥3%,脂肪≥5%,总糖≤50%,菌落总数(cfu/g)≤1500,大肠菌群/(MPN/100 g)≤30,可知此款青香蕉粉戚风蛋糕符合国家标准。

2.4 青香蕉粉戚风蛋糕的保质期

根据《上海市糕点食品卫生管理办法》规定,对比传统的裱花蛋糕,结合GB 8957—2016食品安全国家标准中糕点、面包卫生规范中对于糕点的卫生指标规定,可以分析出,在常温、避光避湿的条件下,因青香蕉粉戚风蛋糕未添加奶油,且水分、蛋白质、脂肪含量均比裱花蛋糕低,所以预估其保质期比传统裱花蛋糕保质期要长,故保守估计青香蕉粉戚风蛋糕夏季保质期为1 d,春季和秋季保质期为2 d,冬季保质期为3 d。

3 结论

以上研究表明,利用青香蕉粉替代低筋粉制作的戚风蛋糕在感官评分上表现最佳,青香蕉粉的替代比例对戚风蛋糕的质构与色度值有较为明显的影响,添加量的增大会使蛋糕的硬度上升且色泽向黄褐色转变。

香蕉粉戚风蛋糕配方为低筋粉40 g、青香蕉粉15 g、鸡蛋200 g、糖30 g,烘焙温度为160 ℃,焙烤时间为18 min;影响青香蕉粉戚风蛋糕感官质量的因素依次是:青香蕉粉>鸡蛋>低筋粉>白砂糖。经过最佳配方得出的青香蕉粉戚风蛋糕灰分含量0.96%、水分31.21%、蛋白质6.27%、脂肪14.46%、总糖5.70%、菌落总数1300 CFU/g、大肠菌群0 MPN/100 g,符合GB 8957—2016食品安全国家标准中糕点、面包卫生规范中的各项指标要求。在常温、避光避湿的条件下,产品保质期为1 d。成品色泽均匀,富有弹性入口绵软,香蕉清香与蛋香融合自然,且富含相较于传统蛋糕更高的营养价值,更为符合现代人民对食品健康的追求。

参考文献:

- [1] 洪佳敏,何炎森,郑云云,等.香蕉成分及其保健功能研究进展[J].中国农学通报,2016,32(10):176-181
- [2] 唐健.香蕉抗性淀粉制备、安全性及通便和减肥功能研究[D].广州:华南农业大学,2015
- [3] 滕建文,吴苏才,韦保耀.不同品种香蕉对香蕉粉加工的影响[J].食品科技,2007,(02):88-90
- [4] Li CY, Chang S M, Young Y L. Investigation of the physical and chemical properties of banana starches[J]. Journal of Food Science, 1982, 47: 1493-1497
- [5] Bello-Perez L A, Agama-Acevedo E, Sayago-Ayerdi S G. Some structural, physicochemical and functional studies of banana starches isolated from two varieties growing in Guerrero[J]. Starch/Stärke, 2000, 52(2-3): 68-73
- [6] 苗红霞,金志强,刘伟鑫,等.香蕉果实抗性淀粉含量变化及其与其他类型淀粉相关性分析[J].中国农业学报, 2013, 46(24): 5180-5187
- [7] 陈平生.4个品种香蕉抗性淀粉的特性及其在后熟期间变化规律的研究[D].广州:华南理工大学,2012
- [8] FASOLIN L H, de ALMEIDA G C, CASTANHO P S, et al. Cookies produced with banana meal: chemical, physical and sensorial evaluation[J]. Food Science and Technology, 2007, 27: 524-529
- [9] C Ratti. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 49(4)
- [10] 覃思,吴小丽,伍旭,等.茶多酚在戚风蛋糕中的应用[J].食品工业科技,2008,(05):67-69
- [11] Ho L-H, Abdul Aziz N A, Azahari B. Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour[J]. Food Chemistry, 2013, 139(1-4): 532-539
- [12] 滕建文,黄丽,夏宁,等.香蕉品种对香蕉果酱加工质量的影响[J].食品与机械,2008,(01):133-135
- [13] 王军,王忠合.小麦麦麸对戚风蛋糕感官及营养特性的影响[J].食品科技,2014,39(03):106-111
- [14] 李明娟,张雅媛,游向荣,等.香蕉饼干加工工艺[J].食品工业科技,2015,36(03):204-208,213
- [15] 王军,王忠合,方伟钦,等.香蕉粉添加量对面包感官和营养特性的影响[J].食品科技,2015,40(10):155-159
- [16] 张伟君,钟耀广.紫马铃薯全粉对马芬蛋糕质构性能和感官品质的影响[J].食品工业科技,2017,38(18):211-214
- [17] 付成程,郭玉蓉,薛战峰,等.苹果肉渣膳食纤维蛋糕的研制及其质构分析[J].农产品加工(学刊),2012,(11):39-42
- [18] 嵇志远.3M Petrifilm测试片法检测水中菌落总数[J].中国给水排水,2010,26(14):119-121
- [19] 张树宏,黄笑辉,顾鸣.3M Petrifilm大肠菌群检验方法与经典方法的比较研究[J].中国食品工业,2003,(02):51-52